

基于测斜原理的桩身垂直度检测方法

王丹, 樊家志, 林桂楷

(广东华路交通科技有限公司, 广东 广州 510410)

摘要: 采用振动式沉桩的预应力砼管桩质量检测是目前面临的一大难题。文中依托广东省某改扩建项目, 提出一种基于测斜原理的管桩垂直度检测方法, 并对该工程中采用振动法沉桩的 7 根管桩的桩身垂直度进行检测评价。结果表明, 该检测方法对桩体无损害, 检测精度较高, 且能反映桩身不同深度处的水平位移。

关键词: 公路; 桩身垂直度; 测斜原理; 偏移量; 振动法沉桩

中图分类号: U416.1

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2021)02-0058-03

近年来, 采用先张法和离心成型法预制的空心圆柱状预应力高强砼管桩以其施工速度快、桩身质量高、单桩承载力高、能适应锤击沉桩施工工艺等优点而在地基加固处理中得到采用。预制桩的沉桩方法主要有锤击法、静力压桩法和振动法, 其中锤击法和静压法因工艺成熟、成桩质量好等优点而得到广泛应用, 但这两种沉桩方式因施工机械庞大、场地要求较高等给施工带来极大不便。振动法沉桩具有施工机械小、便于移动等优点, 因而逐渐得到应用。但国内对振动法沉桩的应用较少, 且沉桩完成后桩身垂直度难以保证, 容易造成桩体承载力不良、桩顶水平位移和桩身弯矩增大等问题, 对成桩质量检测手段提出了更高的要求。

目前对管桩桩身垂直度检测方法的研究较少, 且检测精度难以保证。吴涛等将孔斜测试技术引入管桩检测, 由于实际工程中管桩内部不完全平滑, 管桩制作过程中离心不均匀导致管桩内部许多横断面不为规则圆面, 测量过程中会由于管桩内不规则平面对仪器产生扰动而导致测量精度不足。该文依托广东省某改扩建项目, 基于测斜原理, 对 7 根振动法沉桩进行桩身垂直度检测。

1 检测装置及原理

桩身垂直度检测采用滑动式测斜仪, 如图 1(a) 所示, 该检测仪的基本组成为测头、读数仪、电缆和测斜管。它主要通过传感探头逐段测得测斜管轴线与基准线间的夹角, 按照式(1)计算得到各测段测斜管上下导轮间沿某一方向的相对位移, 最后逐段累加得到测斜管在不同深度位置的绝对偏移量[见图 1(b)]。

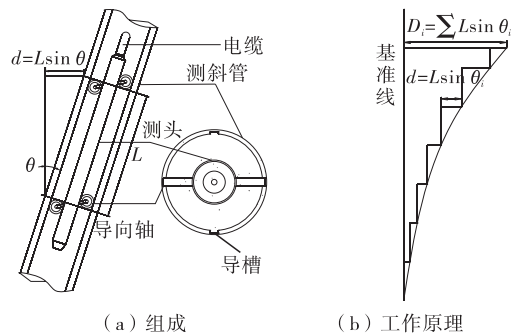


图 1 滑动式测斜仪的组成及工作原理
 d 为上下导轮间的相对位移; L 为上下导轮间的距离; θ_i 为第 i 段测斜管与基准线的夹角; D_i 为各测段水平位移之和

图 1 滑动式测斜仪的组成及工作原理

某一深度测段上下导轮间的相对位移为:

$$d_i = L \sin \theta_i \quad (1)$$

式中: $L = 50 \text{ cm}$ 。

不同深度处的绝对位移为该测段以下各测段水平位移之和, 即:

$$D_n = \sum_{i=1}^n d_i = L \sum_{i=1}^n \sin \theta_i \quad (2)$$

尽管测斜仪的测量精度可达 0.01 mm , 但测试结果可能受到零点偏置和测斜管制造与安装中产生扭曲等仪器本身、人为因素和现场环境的影响, 使测试结果产生系统误差, 需采取措施尽可能减少或消除测试中可能出现的误差。

对于零点偏置误差, 当滑动式测斜仪的测头处于铅锤状态时, 理论测值应严格为零。但在制造和使用中探头受各种因素影响, 其实际输出并非为零, 即出现零点偏置误差。可通过对测斜管每个方向均采用正、反向测量的方法消除零点偏置误差。具体而言, 当出现零点偏置系统误差时, 假设测斜仪正向

测量时输出值为:

$$\mu_0 = K_0 + c \sin\theta \quad (3)$$

式中: μ_0 为正、反向测量读数; K_0 为零点偏置误差; c 为仪器标定系数; θ 为测斜管与基准线的夹角。

为消除 K_0 的影响,试验时将测斜探头旋转 180° 进行补测,则反向测量时输出值为:

$$\mu_{180} = K_0 - c \sin\theta \quad (4)$$

式中: μ_{180} 为反向测量读数。

由式(3)、式(4)可知:同一探头在正、反向测量时读数不同,但零点偏置误差 K_0 一般为常数,则 $\sin\theta_i = (\mu_0 - \mu_{180}) / (2c)$,由此可消除 K_0 的影响,提高测量精度。

对于测斜管的扭曲误差,主要加强安装中的技术指导,在下放过程中实时调整导槽方向,防止测斜管发生扭曲而产生扭曲误差。此外,可采用多探头来消除仪器误差;对同一根桩,由多个工作人员多次重复测量,以减小人为误差。

2 工程概况及测试方法

2.1 工程概况

广东省某改扩建项目全长 57.614 km,采用预制管桩处理软基,振动法沉桩。共检测沉入的 7 根预应力管桩。

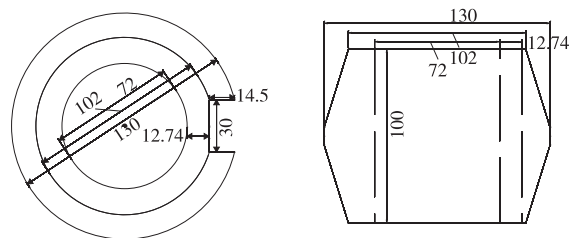
测点处地基土分为 4 层:1) 人工填土,厚 1.7 m;2) 粉质黏土,厚 3.3 m;3) 淤泥质土,厚 1.7 m;4) 卵石土,未揭穿。项目所用预制管桩桩长 10 m,桩端插入卵石土中。

2.2 测试方法及要求

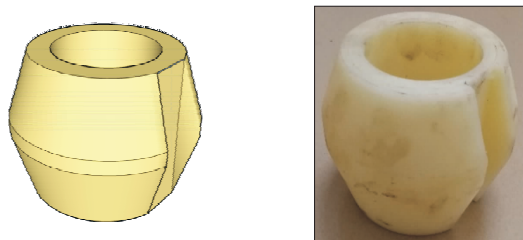
对 7 根预应力管桩桩身垂直度进行检测。所检测管桩桩长 10 m 左右,外径 300 mm,壁厚 75 mm,内径 150 mm。所用测斜装置探头长 500 mm,测斜管外径 70 mm,壁厚 5 mm,每节长度为 2 m。

考虑到桩身内径较小,为使测斜管放入管桩后

与桩体平行,设计一种测斜管套筒,套筒一侧设置槽口,用于测斜管插入后在测斜管与桩体孔隙部位注浆,以防测量过程中扰动产生误差。套筒外径 130 mm,内径 72 mm,高 100 mm;槽口宽 30 mm,深 14.5 mm(见图 2)。套筒设置于每节测斜管接口处并固定。



(a) 套筒设计图(单位:mm)



(b) 套筒模型及实物

图 2 检测中所用套筒

在每节测斜管外部套 1~2 个套筒,以保证测斜管与管桩平行,并多次注浆,直到管桩内径的水泥浆与管桩顶部平齐。由多个工作人员采用 4 套测斜仪器重复测量,且最终不同工作人员使用不同仪器测得的结果接近,以最大程度避免单一仪器测量产生的误差。

3 测试结果及分析

分别以各桩桩顶中心为原点, x 轴垂直于道路轴线,其正向指向路基外侧; y 轴平行于道路轴线,其正向指向大桩号方向。各桩桩身垂直度测量结果见表 1。

表 1 各桩桩身垂直度测量结果

桩号	桩长/m	测管长/m	x 方向偏移/cm	y 方向偏移/cm	累计偏移/cm	偏移角度/ $^\circ$	桩身倾斜度/%
1	10.5	10.5	-17.69	-30.27	35.06	59.70	3.34
2	11.0	11.0	-19.73	11.49	22.83	-30.21	2.08
3	9.5	9.5	-30.05	-14.47	33.35	25.71	3.51
4	11.5	11.5	-27.56	25.44	37.51	-42.71	3.26
5	9.0	8.0	4.75	3.47	5.88	36.15	0.74
6	12.0	11.5	7.87	6.01	9.90	37.37	0.86
7	15.0	13.0	4.74	0.39	4.76	39.45	0.47

注:偏移角度以 x 方向顺时针为正。

各桩垂直方向位移见图3。以各桩底部为固定点,从图3可看出:各桩从底部向上均有不同程度水平位移,1#~4#桩整个桩身有明显倾斜,5#~7#桩倾斜较小。以各桩顶部中心为圆心,各桩底部中心坐标见图4。

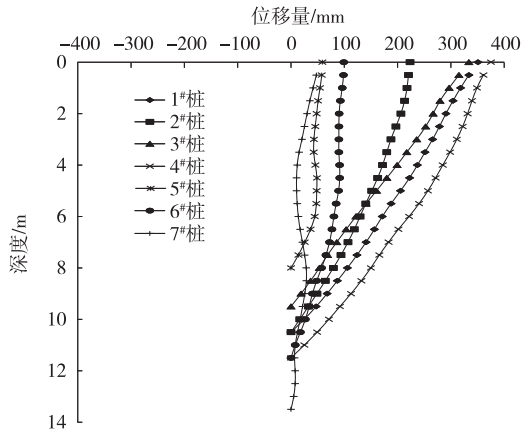


图3 各桩测斜曲线

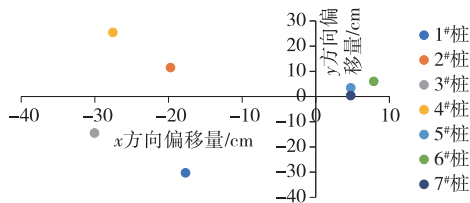


图4 各桩偏移量

所检测7根预制桩沉桩完成后,桩身水平位移量分别为35.06、22.83、33.35、37.51、5.88、9.9、6.14 cm。1#~4#桩有明显倾斜,5#~7#桩倾斜较小且较接近规范要求。所用检测方法可检测出桩身每一点的水平位移,且精度较高,是检测预制管桩桩身垂直度的有效方法。

4 结语

预应力砼管桩的振动式沉桩具有施工简便、施工机械小且移动方便等优点,但缺乏切实可行的振

动法沉桩质量检测评价方法与检测标准。该文提出一种基于测斜原理的管桩垂直度检测方法,并应用于广东省某改扩建项目,对7根振动法沉桩进行桩身垂直度检测,结果表明该方法简单可行,可用于预制管桩桩身垂直度检测。

参考文献:

[1] 刘汉龙,费康,马晓辉,等.振动沉模大直径现浇薄壁管桩技术及其应用(I):开发研制与设计[J].岩土力学,2003,24(2):164-168.

[2] 郑刚,王丽.竖向荷载作用下倾斜桩的荷载传递性状及承载力研究[J].岩土工程学报,2008,30(3):323-330.

[3] 王丽,郑刚.局部倾斜桩竖向承载力的有限元研究[J].岩土力学,2009,30(11):3533-3538.

[4] 吴涛,于林玉.孔斜测试技术在管桩检测中的应用[J].建筑施工,2009,31(4):253-255.

[5] 曹卫平,陆清元,樊文甫,等.竖向荷载作用下斜桩荷载传递性状试验研究[J].岩土力学,2016,37(11):3048-3056.

[6] 曹卫平,樊文甫.水平荷载作用下斜桩承载变形性状数值分析[J].中国公路学报,2017,30(9):34-43.

[7] 任瑞虹.竖向荷载作用下斜桩承载变形特性有限元分析[J].长江科学院院报,2017,34(5):99-102.

[8] 中国建筑科学研究院.建筑桩基技术规范:JGJ 94-2008[S].北京:中国建筑工业出版社,2008.

[9] 赵平,刘立志,胡君,等.预应力管桩桩身垂直度检测的一种方法[J].资源环境与工程,2009,23(6):818-819.

[10] 顾辰生.预应力混凝土管桩垂直度检测技术[J].中国水运(下半月),2012(7):241-243.

[11] 李国维,胡龙生,王润,等.滑动式测斜仪测试与误差处理方法[J].河海大学学报(自然科学版),2013,41(6):511-517.

收稿日期:2020-08-21

(上接第57页)

沫轻质土以其良好性能在路基中应用越来越广泛。泡沫轻质土施工中控制好水泥、外加剂等材料质量、水灰比、配合比,采用合适的发泡剂和施工机械,严格控制施工工序,并做好早期养护,才能保证泡沫轻质土的施工质量和路基的处治效果。

参考文献:

[1] 林广春.泡沫轻质土在路桥衔接处路基处理中的应用

[J].城市道桥与防洪,2019(1):188-190+22.

[2] 杜立平,程海波.泡沫轻质土在盐渍化软土地区桥头路基的应用研究[J].北方交通,2014(8):34-36+40.

[3] 王新岐.软土地区泡沫轻质土处理桥头路基试验研究[J].城市道桥与防洪,2012(10):27-29+6.

[4] 高岭.采用现浇泡沫轻质土填筑处理软土地基段桥头路基的设计研究[J].交通标准化,2011(7):80-82.

收稿日期:2020-07-01